

## EL CULTIVO DE MOLUSCOS

Antonio Figueras

### 1. CULTIVOS

#### 1.1. Definición de cultivo.

Los principios básicos y ventajas de un cultivo marino los expone Iversen (1968), diciendo que es un "medio de promover o mejorar el crecimiento y por tanto la producción con fines comerciales, protegiendo, nutriendo y criando seres vivos en zonas determinadas".

Todo cultivo comporta por tanto el disponer de una zona propia o concedida para tal fin sobre la que los cultivadores tienen derechos en exclusiva. En dicha zona se da la presencia espontánea o la fijación de huevos o larvas, los cuales mediante la colocación de colectores y otros medios, pueden llegar a ser semilla a la cual, o bien se le suministra alimento o se la traslada a lugares donde lo haya en abundancia para que el crecimiento sea más rápido. Al mismo tiempo, se puede regular la tasa de alimentación variando la densidad de individuos de acuerdo con la disponibilidad de alimento.

Donde sea necesario y factible, se protegen de los enemigos; al llegar a una talla o edad determinada se cosecha la producción, lo cual redundará en una estabilidad tanto de la producción como del precio, debido a la regularidad de las cosechas.

La fase más difícil y más costosa es la cría de larvas y también la que está más expuesta a las mermas producidas por los depredadores, la mortalidad natural de los cultivos, etc.

## 1.2. Clasificación de los cultivos

Kinne (1970) clasifica los cultivos en cuatro grados:

- 1.- Mantenimiento: simple estabulación o depósito sin crecimiento apreciable con fines científicos o comerciales ("maintenance").
- 2.- Engorde: mantenimiento con aumento de peso de jóvenes y adultos ("raising").
- 3.- Desarrollo: a partir de los primeros estadios ontogénicos (huevos fecundados, larvas) ("rearing").
- 4.- Cría que comprende el cultivo integral desde la producción de larvas, el desarrollo de juveniles y el engorde de adultos ("breeding").

Como se ve el cultivo es la resultante de tres estadios vitales del ser que se cultiva, los cuales se pueden hacer en conjunto o por separado, siempre que se parta de los anteriores; estos son: a) producción de huevos fecundados o larvas, b) desarrollo de éstos hasta juveniles; c) crecimiento o engorde de éstos hasta la talla comercial.

Por tanto la clasificación puede simplificarse, basándose en estos tres estadios:

- Cultivo integral si comprende los tres (huevos-larvas, juveniles, adultos).
- Semicultivo, si comprende sólo uno o dos.
- Depósito, mantenimiento o estabulación si comprende sólo el último (crecimiento o engorde).

Esta clasificación que podría parecer de tipo convencional y con aplicaciones un tanto académicas, tiene repercusiones de índole práctica como veremos en el ejemplo que

ponemos a continuación:

Drinkwaard (1976) relata un hecho muy aleccionador acerca de las relaciones entre los diversos sectores implicados en la ostricultura. Cuando en Holanda, siguiendo el Plan Delta, se trató de cerrar del todo las bocas del Escalda oriental, donde el cultivo del mejillón y de la ostra eran muy importantes, el Gobierno ofreció las indemnizaciones correspondientes a los cultivadores.

Por aquel entonces, el sector cultivador de la ostra en Holanda estaba organizado en tres subsectores: uno se dedicaba únicamente a la captación de semilla de ostra mediante la instalación de colectores; otro grupo de cultivadores se dedicaba a comprar esta semilla y engordarla en parques de concesión estatal; finalmente había el subsector que se encargaba de afinarla y de su comercialización.

Los primeros que aceptaron la indemnización del Gobierno fueron los productores de semilla, seguidos de los encargados de engordarla, y con el importe, la mayoría se transformaron en granjeros de patos o cultivadores de champiñones.

Como quiera que más tarde, con el fin de que el Delta continuara siendo de agua salada, se acordó no cerrar del todo las bocas sino dejarlas con esclusas gigantes que sólo se cerrarían en caso de fuertes temporales, las firmas comercializadoras se hicieron cargo de las concesiones y están desarrollando el proceso completo desde la producción de semilla, pasando por el engorde hasta la comercialización. Anteriormente por más esfuerzos que se habían hecho para integrarlos a todos en una explotación conjunta del recurso ostrícola no se había logrado.

El cultivo casi está resuelto cuando se dispone de semilla

### 1.3. Cultivo de moluscos

Concretándonos a los moluscos distinguiremos en su cultivo los siguientes apartados: moluscos terrestres o marinos; sometidos a cultivo intensivo o extensivo.

El cultivo de los moluscos terrestres empieza a tener

importancia, sobre todo la heliocultura, pero la gran mayoría de los moluscos cultivados son marinos y la mayoría bivalvos, si bien el cultivo de algún gasterópodo como Haliotis empieza a tener relevancia.

La distinción entre cultivo intensivo y extensivo está en la cantidad de energía supletoria (alimento, bombeo, etc) que el hombre aplica a la crianza de dichos animales; aunque el calificativo recuerde más la amplitud de las instalaciones que se requieren para su ejercicio. como todas las clasificaciones son convencionales y no definitivas, ya que cualquier cultivo intensivo necesita de una fase de engorde en régimen extensivo.

Siguiendo este orden daremos una idea de heliocultura (como ejemplo de cultivo terrestre) continuando con la ostricultura y mitilicultura (cultivos marinos en régimen intensivo y extensivo respectivamente).

#### 1.4. Principios generales

Antes, trataremos de establecer algunos principios generales.

Por definición todo cultivo debe basarse tanto en el conocimiento de la biología de la especie que se trata de cultivar, y sus exigencias ecológicas, como de las características del medio donde tratamos de cultivarla. Se insiste en lo de especie porque dentro de un mismo género pueden variar mucho los requerimientos de cultivo de una especie a otra porque su biología es diferente sobre todo en lo que respecta a la reproducción.

No es lo mismo una especie hermafrodita que una unisexual; una ovípara que otra larvípara (como es el caso de Ostrea edulis por ejemplo). Ni tampoco es lo mismo una de régimen alimentario sedimentívoro que otra de régimen alimentario suspensívoro; una que se entierra en el sustrato que otra que viva sobre la superficie del mismo.

Hay que tratar siempre de inspirarse en la naturaleza, lo cual no quiere decir que haya que copiar con todo detalle el estado de vida natural, ya que en determinados casos se pueden mejorar dichas condiciones. Por ejemplo: el mejillón

(Mytilus) que en su estado natural vive en zonas intermareales donde queda descubierto en las mareas, puede muy bien cultivarse en cuerdas suspendidas de balsas que no descubran nunca, con lo que gana en tiempo de ingestión de alimento, engorde y rapidez de crecimiento. Ahora bien, cuídese de que estas balsas de ordinario, no tengan un movimiento de zanjeo demasiado fuerte, pues de lo contrario, el mejillón se cierra y no se alimenta. Como he dicho en otras ocasiones a colegas extranjeros que han tratado de implantar el cultivo del mejillón en sus países al ver el éxito que ha tenido en Galicia: traten de inspirarse, pero no de copiar, ya que las condiciones son distintas. En el caso que consideramos, lo que tiene que moverse es el agua (para que se renueve el alimento) pero no el mejillón que en condiciones naturales está bien dotado de un órgano de fijación (el biso) que además sigue siendo funcional a lo largo de toda su vida.

Otras especies en cambio (Cerastoderma, Pecten, Venerupis) tienen biso funcional sólo durante las primeras etapas de su vida. Este es un detalle que hay que tener en cuenta cuando se quieran cultivar; estas especies deben de disponer de colectores (granos de arena, conchilla, etc) para poder fijarse aun cuando después su género de vida les obligue a perder el biso y tener otros medios de sustentación en el substrato.

Aquí dejaremos de lado otros aspectos que escapan del dominio de la biología, aun cuando pueden tener relación entre sí, como por ejemplo: condicionamientos de tipo socio-económico, o jurídico legal etc., y nos fijaremos sólo en aquellos de índole técnica o biológica.

## 2. CULTIVO DE MOLUSCOS TERRESTRES

### 2.1. Helicicultura

La helicicultura está bastante desarrollada en Francia y parece que su interés empieza a crecer ahora también en España, sobre todo en ciertas regiones. En 1976, España exportó 40 toneladas de Helix aspersa a Francia.

Fonollá et al. (1980) han ensayado piensos, harinas de

heno de luzerna, harina de maíz o una mezcla de ambas al 50% encontrando que, la mejor es la mezcla seguida de la de maíz, dando mejor resultado con los jóvenes que con los adultos.

Segun Aubert (1980) en dicho año había en la Bretaña francesa unas 150 personas interesadas en la helicicultura, de los cuales 50 practicaban ya este cultivo, la mayoría (el 65%) eran personas de menos de 40 años que, generalmente simultanean esta actividad con la agricultura o la avicultura. El total de la superficie dedicada a la helicicultura en esta región ocupaba unos 4.200 m<sup>2</sup>, de los cuales el 8% era de superficie cubierta (invernaderos).

En Besançon, hay un Centro universitario de helicicultura creado en 1978 con dos zonas de experimentación de 90 m cada una; en una se controlan con gran precisión los parámetros del ambiente que permiten el estudio fino de sus repercusiones sobre la estructura y funcionamiento del aparato reproductor de Helix. En la otra se realiza una semiproducción donde los parámetros más favorables a la reproducción y al crecimiento definidos en la primera zona, se reproducen más simplificada y por tanto con menos gasto. El fin de esta zona es la de ir delimitando los elementos del cultivo para que éste sea rentable. De este modo, este Centro es al mismo tiempo un lugar de formación eficaz de "consejeros helicultores" que va a necesitar la profesión. Las dos variedades de Helix aspersa que se cultivan son: la aspersa-aspersa y la aspersa máxima.

A grandes rasgos, una instalación de cultivo se compone de los siguientes elementos (Fig. 1):

- sala de reproducción
- lugar de eclosión de huevos y criadero de larvas de 1ª edad - criadero de 2ª edad
- parque de engorde
- sala de invernación

Chevalier (1980) concluye que el cultivo de Helix se ha de hacer lo más ajustado posible a las condiciones naturales. Hay que desterrar el cultivo en un medio constantemente saturado de humedad, ya que los caracoles tienen un poder de hidratación proporcional al contenido en agua del

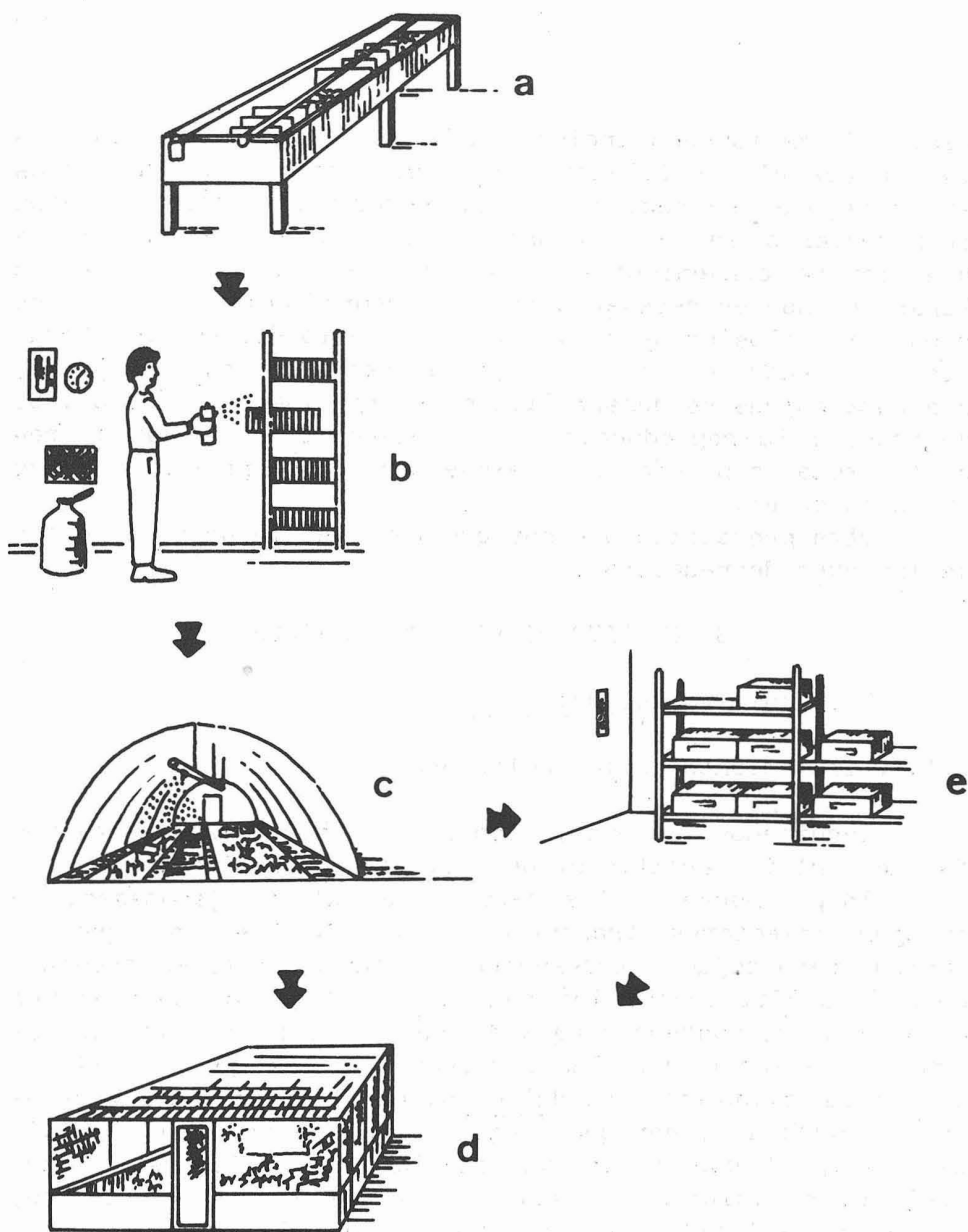


Figura 1. Instalaciones del cultivo de moluscos terrestres: a) sala de reproducción; b) lugar de eclosión de huevos y criadero de larvas de 1ª edad; c) criadero de 2ª edad; d) parque de engorde; e) sala de hibernación.

medio. No es tampoco indispensable una temperatura constante, ya que el crecimiento y la reproducción son tan buenas si no mejores en recintos de clima variable donde se vayan reproduciendo las variaciones naturales de temperatura e higrometría convenientes a la especie. Si el cultivo en lugar cerrado es necesario para la reproducción en invierno y para la eclosión de huevos y crecimiento del estado larvario de 1ª edad, en cambio parece arriesgado para el engorde, sin duda porque se desarrollan microorganismos patógenos. El engorde, y la reproducción en primavera o en verano en recintos total o parcialmente expuestos al sol presentan estos inconvenientes.

Otra precaución que hay que tomar es la de protegerlos de las aves depredadoras.

### 3. CULTIVO DE MOLUSCOS MARINOS

#### 3.1. cultivo del Haliotis

##### 3.1.1. Tratamiento de los colectores

Seguiremos la descripción que Flash y Koike (1974) nos dan del cultivo artificial de Haliotis tuberculata.

Inspirándose en los métodos de cultivo japoneses, se escogen colectores transparentes de PVC de los que se emplean para tejados transparentes, tanto de forma ondulada como de perfil greca, los cuales se colocan de antemano en estanques que contengan agua de mar no filtrada para que se adhieran a los mismos las diatomeas de las que se alimentarían las postlarvas de Haliotis. Se iluminan con luz natural o artificial, enriqueciendo el agua de mar con un medio de Conway al que se le han añadido metasilicatos (Walne, 1966) si el volumen de agua no pasa de 2 m<sup>3</sup>; y nitratos, fosfatos y metasilicatos para tanques grandes de 50 m<sup>3</sup>.

Según las condiciones de luz y temperatura, los colectores pueden considerarse preparados entre los 10 y 15 días siguientes a la inmersión.

##### 3.1.2. Estabulación de progenitores, puesta y fecundación.



Los productos sexuales, se obtienen de abalones maduros (gonadas hinchadas, de color verde oscuro para las hembras y blanco nacarado o verde claro para los machos). Después de cepillarles bien la concha, los progenitores se instalan en bandejas de 0,48 x 0,28 x 0,08 m colocadas en los tanques de maduración de polietileno (0,58 x 0,39 x 0,26 m). Se separan los sexos a fin de evitar la polispermia en el momento de la fecundación. Los tanques están a circuito abierto con un flujo de 20 litros por hora y puede calentarse el agua rápidamente unos 4 grados más de la temperatura del agua en que se han recogido y si es necesario entre 20 y 22 grados antes de que llegue la noche.

La puesta por lo general tiene lugar el mismo día, al caer la noche y se desencadena poco después de iluminar los tanques.

De ordinario son los machos los primeros en frezar por lo que se puede inducir la puesta de la hembra, añadiendo una pequeña cantidad de esperma (800 ml de un tanque de 60 litros colonizado por los espermatozoides del macho)

La tasa de fecundación es mejor cuanto más pronto se verifica el encuentro de espermatozoides con el óvulo.

Para que la fecundación se realice en buenas condiciones conviene que sobre el fondo de la bandeja no haya más que una capa de huevos, por lo cual el sobrante se retira por aspiración. Si la incubación se verifica en recipientes de 125 litros se necesita una aireación inferior de 100 litros de aire por hora. La eclosión depende directamente de la temperatura (a 20 °C tiene lugar a las 14 o 20 horas después de la fecundación).

### 3.1.3. Tratamiento de las larvas

En esta especie la vida larvaria es muy breve. No es necesario dar de comer a la larva velígera que nada en superficie hasta que le aparecen los ojos, lo cual sucede a las 35 horas.

Los tipos de incubadores que se utilizan pueden ser o bien tanques de 0,58 x 0,39 x 0,26 m con agua estacionada sin aireación o bien un recipiente troncocónico de polies-

ter, de altura y volumen mayor que el anterior y que en este caso lleva aireación.

Las larvas se recuperan de la superficie con un filtro de malla apropiada o con un sifón para los cultivos no aireados o por un concentrador acoplado al segundo tipo de incubadora.

Desde la aparición de las manchas oculares, las larvas (que miden 250 micras a las 36 horas) se reparten en volúmenes de agua no circulante ligeramente movidas por una débil aireación.

El agua de mar está filtrada a una micra y tratada con antibióticos. Cuando las larvas han colonizado uniformemente todo el volumen de agua se colocan los colectores separados regularmente unos 5 cm.

Sobre la puesta inducida y el desarrollo embrionario de Haliotis discus pueden consultarse los trabajos de J.B. Peña (1983, 1984).

A 20-22 °C la metamorfosis se realiza a las 72 horas (al tercer día).

El cultivo sigue con agua estacionada ligeramente aireada hasta que los jóvenes Haliotis metamorfoseados, se adhieran sólidamente al soporte (entre 5 y 8 días después de la colocación de los colectores).

Una vez que ha pasado esta fase crítica se pone el cultivo con suavidad en circuito abierto, a ser posible, sin variar la temperatura.

Como se ha dicho la vida larvaria de Haliotis tuberculata es muy corta y las manipulaciones son menos complicadas que con las larvas de bivalvos.

No es aconsejable pasar al cultivo del exterior si las diferencias de temperatura ambiente entre el cultivo interior y el exterior son muy acusadas; la supervivencia es menor y el crecimiento también. Conviene esperar al verano.

El cultivo interior se ha de realizar a temperatura constante con una débil corriente de agua (menos de 3 m / hora para tres recipientes de 250 litros, con luz artificial).

Se puede abreviar la colonización de los colectores con algas y diatomeas, sumergiéndolos un día antes en un

cultivo de Tetraselmis suecica. Se pueden mantener así unos dos meses hasta que ellos espontáneamente emigren a otros sustratos, por ejemplo guijarros colonizados previamente.

Quedan puntos por aclarar tales como la supervivencia o duración de la vida del óvulo, a fin de aumentar el porcentaje de fecundación y de larvas normales, así como la puesta a punto de un sistema sencillo de nutrición postlarvaria ligado a la producción de algas y de esporas en un medio cerrado a fin de aumentar el rendimiento por metro cuadrado. Y en cuanto a tecnología encontrar nuevas técnicas de incubación.

Los japoneses obtienen unos mil Haliotis pequeños por metro cuadrado, empleando colectores preparados en medio natural. Soltados al medio ambiente, tienen una recaptura del 20% a la talla de 8-9 cm o del 10% si las zonas no son bastante buenas.

Los Haliotis criados artificialmente son de diferente color y se les nota siempre la marca de la concha larvaria por lo cual es fácil de hacer un recuento de las recapturas.

### 3.2. Ostricultura intensiva

En un cultivo de bivalvos intensivo hay que contar primero con la unidad de cultivo de fitoplancton que se va a emplear como alimento de madres y larvas; después con la unidad de producción de larvas y la de acondicionamiento de los progenitores.

Ya se ha dicho antes que el cultivo intensivo de un molusco consiste en la crianza de dichos moluscos a partir de los progenitores hasta alcanzar la talla comercial (que es de ordinario mayor que la de adulto). Para ello se ha de contar con un stock de reproductores a los que se les condiciona para acelerar el proceso de maduración sexual, luego, si es necesario se les esima o induce la puesta por medio de agentes físicos (calor) o químicos (determinadas sustancias) o aún biológicos (presencia de gametos de individuos del otro sexo). Una vez obtenidas las larvas, se les alimenta con fitoplancton pequeño (Tetraselmis o Isochrysis) o una mezcla, manteniéndose en circuito cerrado hasta la fijación.

Una vez llegada la fase de prodisoconcha (después de haber pasado por las de trocófora y veliger) suelen fijarse, para lo cual hay que proporcionarles el colector o soporte adecuado. Después de la fijación se disminuye la dosis de fitoplancton y se mantienen ya en régimen de circuito abierto obteniendo parte de su alimento del agua de mar natural que se toma de fuera. A medida que crecen dichas larvas se pueden despegar del colector y mantenerlas también en circuito abierto, hasta que alcancen un tamaño adecuado para pasar al engorde en el exterior.

Cada especie de bivalvo tiene sus propias exigencias debidas a su régimen de vida. Ya se ha dicho que unos se fijan, otros desarrollan un órgano de sujeción (el biso) que puede ser funcional durante toda su vida o sólo durante los primeros estadios.

Aquí nos vamos a ceñir al cultivo de la ostra plana (Ostrea edulis L.), que tiene la peculiaridad de ser larvípara y de fijarse con una glándula de cemento a un sustrato duro, aunque también pueda vivir suelta sobre un sustrato, con tal de que sea lo suficientemente firme como para que no se entierre, ya que al no tener pie, no podría situarse al nivel de profundidad que le permitiera la longitud de los sifones. Pero como tampoco tiene sifones, sino tan sólo un ojal en el borde del manto que funciona como sifón inhalante y exhalante, perecería irremediablemente. Por eso es necesario que los parques de cultivo extensivo de ostras sobre el fondo marino o en la zona intermareal, presenten un sustrato firme en el primer caso, o prepararlo debidamente en el segundo, como se hace en Francia, por ejemplo.

Vemos, pues, que para proyectar el cultivo de un molusco es necesario conocer, no sólo la fisiología de la reproducción de la especie, sino también esos detalles anatómicos que determinan ciertas características de la vida del molusco, que a su vez condicionan las técnicas de cultivo.

Vamos a entrar con un poco más de detalle en la descripción de una instalación de ostricultura intensiva descrita por Flash & Normant (1974) y por Aveline, Flash y Koike (1974).

### 3.2.1. Unidad de producción de algas

La unidad descrita por Flash y Normant (1974) es capaz de producir 300 litros por día durante 6 días a la semana, pudiendo alcanzar los 400 litros 3 días por semana. Los cultivos son monoespecíficos: 98% son Tetraselmis suecica que mide de 8 a 10 micras en su eje mayor.

El método seguido es el descrito por Walne (1966), tanto en medios de cultivo como en las sucesivas diluciones de los volúmenes a partir de las cepas; éstas se mantienen en tubos de ensayo en cámara isotérmica (14-16°C), junto con los matraces de producción media de 20 litros, en unas condiciones de iluminación, alimentación, aire y CO<sub>2</sub>.

Todos los circuitos deben poder limpiarse con chorro de vapor de agua. La sala puede tener alrededor de 60 m<sup>3</sup> manteniendo los cultivos a temperatura constante (o en cámara climatizada a 16-20 °C).

A partir de los matraces o frascos de 20 litros se pasa a un volumen mayor de 250-400 litros, lo cual se logra en cubas o mejor aún en tubos de plástico. De una manga de poliéster de 300 litros se pueden obtener hasta 62 litros por día volviendo a inocular con cultivo de los frascos. La iluminación se obtiene con lámparas de luz fría o protegiendo los cultivos del calor. Al mismo tiempo se les inyecta aire y CO<sub>2</sub> con el fin de mantener las células en suspensión evitando que se peguen a las paredes y para proporcionarles el CO<sub>2</sub> necesario para la función clorofílica.

La concentración que hay que alcanzar primero y luego seguir manteniendo es de 106 células por ml. No hay que olvidarse de tomar las precauciones higiénicas pertinentes para que no se infecte el cultivo.

Una previsión que ayuda a cortar la infección es el que la cámara termostática donde se mantienen las cepas y los matraces de 20 litros esté contigua a la de los cultivos a gran escala.

### 3.2.2. Producción de larvas

Las operaciones e instalaciones pueden proyectarse

bien con el sistema japonés, consistente en experiencias en cultivo semi-intensivo utilizando volúmenes superiores al m con el que se obtienen resultados inmediatos, pero difícilmente reproducibles, que requieren el empleo de mucha mano de obra aunque poco especializada; bien con un sistema cerrado de producción muy intensa y controlada: este sistema tiene una puesta en práctica más larga, requiere una inversión primera fuerte, la utilización de pequeños volúmenes de gran concentración, alimentación natural producida artificialmente y suministrada en cantidades conocidas y poca mano de obra pero muy especializada.

En nuestra área a fin de conocer mejor los problemas que se presentan y para una adaptación futura más fácil para el contexto social y económico europeo, teniendo en cuenta los conocimientos existentes en la escuela anglo-sajona, se suele adoptar la segunda solución.

Román (1984) al tratar de la reproducción de Ostrea edulis en la ría de Arosa dice: "el hecho de que las temperaturas sean tan bajas en las Rías a lo largo del año, o mejor, el que sean tan moderadas, ya que los valores medios a lo largo del año, para profundidades de 0 a 7 m suelen oscilar entre los 11°C y los 17°C, nos plantea un nuevo problema en relación con la ostricultura tal y como se realiza actualmente en Galicia: de las aproximadamente 200 bateas que se dedican al engorde de semilla de ostra, (lo cual representa aproximadamente 50.000.000 de individuos) prácticamente el 100% de ellas trabajan con semilla procedente de otros países, fundamentalmente Francia, lo que indudablemente ha de condicionar que respondan de otra forma que la aquí descrita, a las temperaturas de esta zona. ¿Se reproduce realmente esta ostra? y si así lo hiciese, indudablemente su ciclo reproductor debe ser más corto.

Las implicaciones que conlleva este fenómeno de adaptación a temperaturas bajas son importantes, si consideramos que toda la tecnología que se aplica en el cultivo de ostra en hatchery en nuestro país (España) se desarrolló fundamentalmente a partir de tecnología inglesa y francesa, por lo que los procesos de acondicionamiento y cultivo se realizan en general a temperaturas de 20°C e incluso superiores, por

lo que investigaciones posteriores en este campo podrían, no sólo reducir considerablemente los gastos de energía, sino también poner de manifiesto el efecto que estas temperaturas elevadas pueden tener sobre la viabilidad de las larvas obtenidas.

Los problemas que se presentan son de dos tipos: uno de tecnología pura (tomas de agua, termorregulación, filtración, esterilización de agua, etc) y de biotécnica en la cual la tecnología y la técnica dependen directamente de la biología de las especies que se van a cultivar (concentradores, forma de los recipientes, filtros, etc) y otra que es la de formación de los operarios que deben saber desenvolverse entre una y otra tecnología y determinan por lo mismo, el éxito o el fracaso del cultivo.

La unidad de cultivo depende, pues, de 5 parámetros que son:

- 1.- El agua de mar corriente (que puede tomarse directamente del mar o tenerla almacenada en grandes tanques de 50 a 100 m )
- 2.- Su contenido en partículas (alimentarias y minerales)
- 3.- Temperatura (puede retardar el crecimiento si es demasiado baja o favorecer el desarrollo de agentes patógenos si sube; o provocar déficit de O por insaturación)
- 4.- Alimentación (adecuada en cantidad y calidad: natural o artificial)
- 5.- Estado sanitario de la instalación.

La unidad se compone de cuatro secciones:

- 1.- La sección de maduración o acondicionamiento de progenitores
- 2.- La sección de larvas (mientras las larvas son pelágicas)
- 3.- Sección de primer engorde (larvas fijadas ya en colector)
- 4.- Sección de segundo engorde (larvas sueltas) (Aveline et al. 1974)

Durante los diez o quince primeros días antes de la fijación, las larvas se mantienen en tanques de circuito cerrado, y por tanto cada dos o tres días hay que cambiarles el agua, para lo cual se requiere realizar un trasvase de las larvas empleando diversos sistemas: puede simplemente

filtrarse a través de un torre de tamices con el fondo de tela de malla fina (tela de manga de plancton) de diversas medidas de luz de malla, con lo cual se clasifican a su vez por tamaños. De esta manera se pueden ir eliminando las de crecimiento más lento para seleccionar las de mejor crecimiento. Una manera de hacer una selección positiva.

Otro sistema (Fig. 2), consiste en hacer pasar el agua desde el tanque donde están las larvas a otro tanque más pequeño que consta de un cilindro cuyas paredes laterales son de malla fina para dejar pasar el agua pero no las larvas. El agua se recoge en un recipiente que a su vez se puede vaciar. De esta manera las larvas se depositan en el fondo del filtro que tiene una forma cónica. Este filtro se puede separar del recipiente y llevar el contenido a otros tanques ya limpios y preparados para recibir las larvas (L'Herroux et al. 1974).

Se han ensayado también sistemas de mantenimiento de larvas en tubos altos con una contracorriente débil capaz de mantener las larvas flotando sin que salgan por el desagüe (Conway).

Tanto los materiales como las diversas tecnologías de mantenimiento y manejo de las larvas varían de un sitio a otro.

### 3.3. Mitilicultura extensiva

Como ejemplo de cultivo marino extensivo puede servir el del mejillón en Galicia. Empezaremos por una breve descripción de las instalaciones materiales para seguir después con el método operatorio de cultivo, sin entrar en el procesamiento (depuración, congelado, conserva) ni en otras consideraciones (economía, etc.)

#### 3.3.1. Material

El material que se va a describir aquí es el que se emplea en el cultivo a flote en balsas flotantes tal como se cultiva en España, pero conviene saber que hay otros sistemas de cultivo que requieren otro tipo de material.



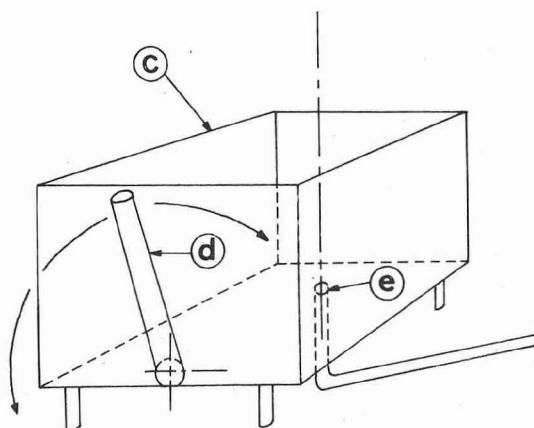
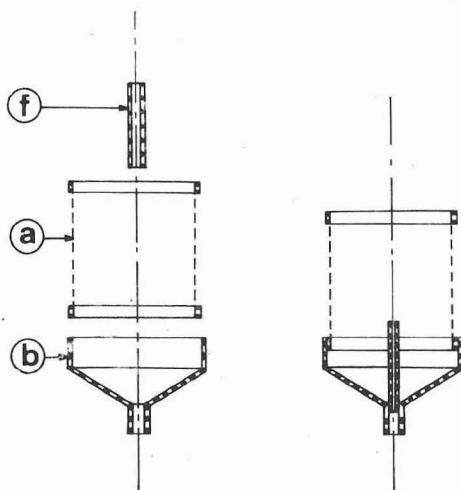
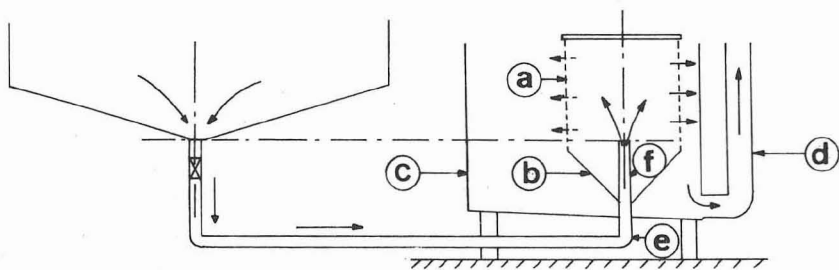


Figura 2. Diseño de un concentrador de larvas pelágicas para facilitar su trasvase: a) cilindro con pared de malla; b) fondo del filtro; c) tanque; d) salida del agua, regulable; e) entrada del agua.

En algunos países (como Holanda, Inglaterra) se cultiva el mejillón sobre el fondo. En otros como Italia (Venecia y Golfo de Tarento) o en la costa mediterránea de Francia, se cultiva sobre cuerdas (o redes tubulares) colgadas de un emparrillado sostenido por unos pilotes clavados en el fondo. En la costa atlántica de Francia se cultiva el mejillón sobre postes ("pieux") alineados en empalizadas ("bouchostas") plantados sobre el fondo en zonas que descubre con la marea.

En otros sitios en vez de balsas se utilizan la "línea madre" de un palangre para sustentar las cuerdas por medio de flotadores mayores que las boyas de corcho de un palangre ordinario. Las cuerdas o redes tubulares sustituyen a las "brazoladas" del palangre.

En España, aún en la costa del Mediterráneo que no tiene mareas, se cultiva el mejillón en balsas flotantes a las que se las llama bateas

La batea (raft en inglés; radeau en francés; xangada en portugués; balsa en español; zattera en italiano) consta de unos flotadores que se mantienen unidos entre sí por las vigas maestras (24 x 0,25 x 0,30 m) que a su vez están unidos por vigas medianas (0,20 x 0,22 m) sobre las cuales se asientan los listones (0,60 x 0,80 m), separados entre sí unos 0.60 m para que se pueda andar sobre ellos; de estos listones es de donde se cuelgan las cuerdas.

Tanto las dimensiones de la batea como la forma y el número de flotadores varía.

Las dimensiones de la planta de la batea son de alrededor de 18 x 24 m; el número de flotadores puede ser uno, cuatro, seis o más y la forma de los mismos es: paralelepípedica si es uno central (12 x 4 x 2 m); si son varios puede ser de forma cúbica (de 2,5 a 3 m de lado) cuando son de madera; si son de hierro cilindros cortos y anchos (4 x 2,20 m de diámetro de base), o cilindros largos y más estrechos (13,5 m de largo por 1,25 de diámetro). Si son de poliéster y fibra de vidrio son más largos y estrechos (entre 16 a 18 m x 0,70 a 0,90 m de diámetro de base).

La tendencia actual es el flotador de hierro recubierto de fibra de vidrio y poliéster o pintado con pinturas

resistentes de dimensiones medianas (13,5 m de largo por 1,25 m de diámetro de base) divididos por dentro en tres compartimentos estancos, para evitar el posible hundimiento de todo el flotador. Si en vez de 4 flotadores largos, la batea lleva 5, entonces puede medir hasta 29 ó 30 m de largo.

Una balsa económica y resistente y de gran resultado es el casco viejo de una embarcación de madera desgazada, a la que por medio de unos mástiles se le añade un emparrillado.

Si el flotador es único y central, para sostener los extremos del emparrillado son necesarios unos vientos de cable de acero que parten de un aro metálico en lo alto de uno o varios mástiles. No así en los que llevan varios flotadores. Modernamente se tiende a evitar en lo posible este sistema debido al costo tanto de materiales como de mano de obra que supone su construcción.

En general, el total de la flotación supone un volumen de unos 60m o algo más que sería el peso del mejillón fuera del agua (60 toneladas).

La batea se ancla a una o dos anclas con pesos muertos de 5 a 6 toneladas dependiendo de la clase de fondo. En fondos fangosos es suficiente menos peso porque el "muerto" se entierra fácilmente y hace el efecto de una ventosa.

Este tipo de balsas pueden mejorarse desarrollando artefactos que en vez de resistir el golpe de mar lo absorbieran o también con dispositivos adecuados que permitan graduar el nivel de flotación para aminorar el movimiento de la batea durante los temporales, evitando así la caída del mejillón al fondo; al mismo tiempo se puede graduar de esta manera la cantidad de luz que reciben los mejillones: esto último para aquellos sitios donde hay una gran insolación durante todo el año es muy útil, así como en otras partes que aún con buenas condiciones de luz, las zonas abrigadas o tienen poco fondo o se destinan a otros fines (deporte náutico, etc)

Aparte de la batea, con este sistema, hay que disponer de cuerdas, redcilla de envolver, palillos, sacos y maquinaria diversa (barco auxiliar, cesto halador, máquina de



encordar, desgranar, etc.)

La cuerda suele ser de material sintético de unos 0.03 m de diámetro, tejidas y trenzadas con restos de material de hilo sintético con lo que resulta una cuerda peluda que recuerda la de esparto que se usaba inicialmente. El extremo superior que va al aire suele ser una tralla también de poliéster que se llama "rabiza".

La redecilla de envolver es de una viscosa muy fina y de malla laxa que se autodestruye a los pocos días (la fabrica GIRO, S.A. de Badalona). Hoy día también fabrica la manga para las modernas máquinas de encordar.

Las cuerdas se atraviesan por unos palos de madera (0,25 x 0,015 x 0,015 m) cada trecho de 40 a 45 cm a fin de que cuando el mejillón crezca y aumente de peso no se deslice por la cuerda y caiga al fondo. Estos son los denominados "palillos" cuya duración se calcula entre 4 y 5 años.

Los sacos son de netlon de malla fina, amarillos si el mejillón ha sido depurado, o de otro color antes de su depuración.

Se necesita un barco auxiliar para llevar el mejillón a tierra y para instalar la maquinaria precisa: el cesto halador y la moderna máquina de encordar (es decir: poner el mejillón en la cuerda).

### 3.3.2. Operaciones

Lo primero es la obtención de la semilla que puede ir a cargo del cultivador o comprarla a los marineros que se encargan de arrancarla de las rocas del litoral. También se puede obtener de colectores ("cuerdas blancas") instaladas en la misma batea colocadas en el momento oportuno (meses de marzo-abril). La cuerda blanca puede ser cualquier cuerda vieja o trozos de redes de pesca inservibles, de la misma longitud que las cuerdas de cultivo (6 a 8 metros) (Fig. 3).

La segunda operación es el encordado de esta semilla, para lo cual si la semilla viene bastante apiñada, basta con sujetarla a la cuerda con un bramante o cuerdata mediante un movimiento envolvente. Si está algo suelta, entonces se usa la redecilla citada anteriormente.

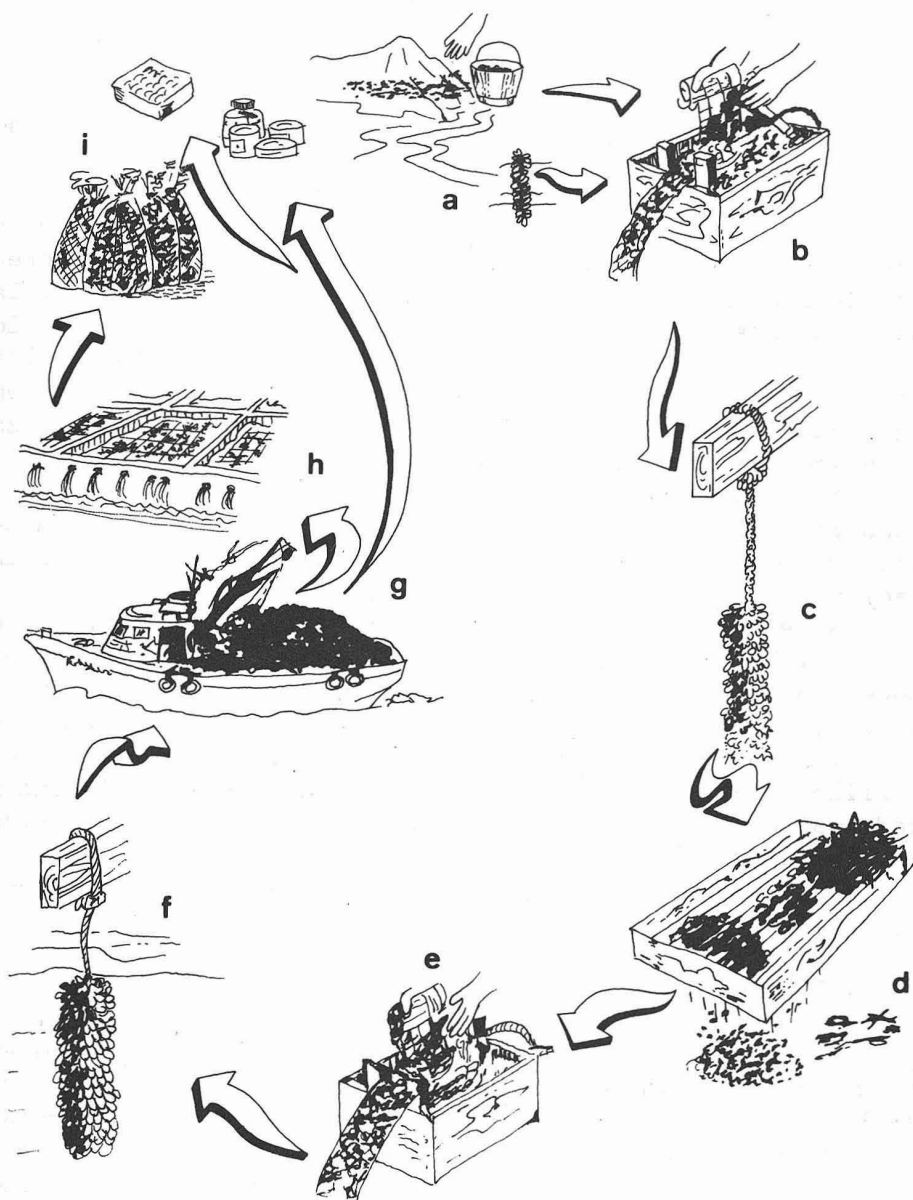


Figura 3. Ciclo del cultivo del mejillón en Galicia: a) colecta de semilla, a-1 bancos naturales, a-2 cuerdas; b) fijación a las cuerdas; c) primera etapa de crecimiento; d) desdoble; e) fijación en cuerdas; f) segunda etapa de crecimiento; g) cosecha; h) depuración; i) encostalado (venta en fresco, conserva o congelado)

Una vez puesta en el agua dicha cuerda, según las condiciones ambientales, a los pocos meses el mejillón ha crecido y se ha llenado de algas, fango, caracolillos, etc. y conviene, tanto para que no se desprenda por el peso de la cuerda como para realizar una limpieza que favorezca el crecimiento, verificar la operación que se llama "desdoble", la cual consiste en separar el mejillón de la cuerda (para lo cual basta darle unas sacudidas fuertes o arrancarlo con las manos), y volver a colocarlo en una nueva cuerda pero en menor cantidad por unidad de longitud, previa una limpieza en un emparrillado especial metálico.

Al cabo de 6 u 8 meses de volver a estar en el agua, dicho mejillón ha alcanzado ya la talla comercial y se puede retirar de las cuerdas como se hizo antes con la semilla crecida.

Si el mejillón se vende a una fábrica de conserva o para congelar se despacha a granel, porque la fábrica o el congelador se encargan de limpiarlo antes de desconcharlo; si en cambio ha de ir a una depuradora, el cultivador, lo sirve limpio y desgranado y en sacos de color que no sea el amarillo, como se dijo antes. Como es lógico el cultivador vende más caro el mejillón a la depuradora que a la fábrica o al frigorífico.

Este es a grandes rasgos el proceso del cultivo del mejillón tal como se hace en Galicia.

### 3.3.3. Riesgos del cultivo

En un informe anual (1983), sobre la investigación en el cultivo de moluscos de Holanda se lee: "la fijación de semilla de mejillón entre los mejillones de talla comercial y el tiempo tormentoso de primavera, no fueron los únicos problemas del año para el cultivo. Debido a un período prolongado de altas temperaturas en el agua hasta bien entrado el otoño, la energía requerida para el metabolismo basal relativamente alto en Septiembre y Octubre, sobrepasó el suministro de energía por la ingestión de alimento. Después de un buen período de crecimiento en verano, los mejillones perdieron rápidamente peso por no lograr su ración de mante-

nimiento por medio del consumo, teniendo que emplear de este modo su material de reserva. Y esto no sólo se dio en el Oosterschelde, sino también en grandes zonas del Wadden Sea desde Den Helder hasta Esbjerg y en otras zonas de cultivo en Europa (incluida Galicia). Sólo en algunas zonas eutróficas del Wadden Sea, la disponibilidad de alimento y la ingestión del mismo por parte del mejillón fue suficiente para compensar el aumento de gasto de energía, causado por la tasa metabólica demasiado elevada para aquella estación del año. Cifras exactas de este fenómeno las obtuvieron los controles físicos y ecológicos de los cultivos en la parte central y occidental del Oosterschelde".

Este es un ejemplo de cómo en una zona donde esté establecido un cultivo, los estudios sobre el estado fisiológico de los individuos, y sobre las condiciones del ambiente, no pueden dejar nunca de realizarse por muy bien que vaya en aquellos momentos el cultivo. Por desgracia no siempre lo entienden así quienes tienen que fijar las pautas de la investigación científica de un país.

Los problemas que pueden surgir en un cultivo extensivo pueden provenir, tanto de las condiciones ambientales como de los organismos vivos objeto de cultivo o de las otras especies acompañantes.

En cuanto a los factores ambientales podemos enumerar aquí, las variaciones de salinidad que llevadas a los extremos pueden ser letales; las variaciones de temperatura en épocas fuera de lo normal que pueden alterar el ritmo metabólico (como hemos visto antes), o provocar puestas extemporáneas, etc.

Las temperaturas extremas (hielo en invierno) o excesivamente altas (en verano), en sitios de aguas someras, pueden provocar la asfixia de los mejillones por falta de oxígeno.

Los vientos muy fuertes y los temporales consiguientes, tanto pueden producir desprendimiento del mejillón si se cultiva a flote, o cubrirlos de fango o arena si se hace sobre el fondo, como pueden también hundir las balsas de cultivo.

La contaminación de las aguas por el desastre o nau-

fragio de petroleros y otros buques que transportan sustancias tóxicas es otro de los peligros que pueden afectar a los cultivos.

La marea roja o purga de mar también supone un perjuicio para el cultivo, aunque no afecte al propio mejillón, pero sí a su comercialización por el peligro de intoxicación en el consumidor humano. Este es un peligro cuyo origen es de tipo hidrográfico, aunque la causa sea fitoplanctónica.

La presencia en el agua, sobre todo en parajes donde la fuerza de la corriente es intensa, de partículas minerales en suspensión es un obstáculo para el buen crecimiento del mejillón, porque en tales condiciones se cierra, no filtra, no come y por tanto no crece.

Entre los causantes de problemas de tipo biológico podemos enumerar las especies competidoras por el espacio o el alimento o las depredadoras que no vamos a detallar aquí.

Otro tipo de problemas pueden ser el aumento en el capítulo de gastos por manipulación no mecanizada. O el cambio que en los fondos puede producir el exceso de acumulación de detritus producido por el mejillón que altera los fondos y los inhabilita para la supervivencia de otras especies (crustáceos, otros moluscos, etc). Cada balsa puede producir unas 100 toneladas de detritus que según sea la hidrodinámica de aquellos fondos pueden suponer un depósito considerable si se multiplican el número de balsas.

Poco se sabe sobre enfermedades y parásitos del mejillón. Hasta el presente se han detectado los mismos que pueden presentar la ostra, tanto en macro como microparásitos. El mejor estudiado ha sido el Mytilicola intestinalis que en los 30 años largos de cultivo en las rías de Galicia, no ha supuesto un peligro inminente; sin embargo y por vía de precaución, se están intensificando los estudios sobre los efectos que sobre la fisiología del mejillón pueden producir esos parásitos.

Los epibiontes son problema en animales de este tipo que en España se consumen vivos o en media concha, porque afectan a su buena presentación; particularmente los mejillones se emplean para hacer paellas. Donde sólo se consuman las carnes, esto no se considera un problema.



Otro de los peligros que afectan no al mejillón, pero sí a las balsas de cultivo, son las especies de moluscos perforadores de la madera tales como el Teredo.

Estas han sido algunas de las principales ideas que, sobre el cultivo de moluscos comestibles se nos ha ocurrido exponer. La bibliografía anexa puede servir para ampliar conocimientos a los interesados.